

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION  
EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la Propriété  
Intellectuelle  
Bureau international



(43) Date de la publication internationale  
23 décembre 2004 (23.12.2004)

PCT

(10) Numéro de publication internationale  
WO 2004/112125 A1

(51) Classification internationale des brevets<sup>7</sup> :  
H01L 21/762, 21/20

(74) Mandataire : LEHU, Jean; BREVATOME, 3, rue du  
Docteur Lancereaux, F-75008 PARIS (FR).

(21) Numéro de la demande internationale :  
PCT/FR2004/050212

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de  
protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AT,  
AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO,  
CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB,  
GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG,  
KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG,  
MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH,  
PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN,  
TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(22) Date de dépôt international : 3 juin 2004 (03.06.2004)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :  
03 50207 6 juin 2003 (06.06.2003) FR

(71) Déposant (pour tous les États désignés sauf US) : COM-  
MISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE [FR/FR];  
31-33, rue de la Fédération, F-75752 PARIS 15ème (FR).

(84) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre  
de protection régionale disponible) : ARIPO (BW, GH,  
GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM,  
ZW), eurasién (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM),  
européen (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI,  
FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI,  
SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,  
GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(72) Inventeurs; et

(75) Inventeurs/Déposants (pour US seulement) :  
MORICEAU, Hubert [FR/FR]; 26, rue du Fournet,  
F-38120 SAINT EGREVE (FR). LAGAHE, Chrystelle  
[FR/FR]; Route de la Cascade, F-38134 SAINT JOSEPH  
DE RIVIERE (FR). BATAILLOU, Benoit [FR/FR]; 168,  
impasse des Larmuzes, F-73230 Barby (FR).

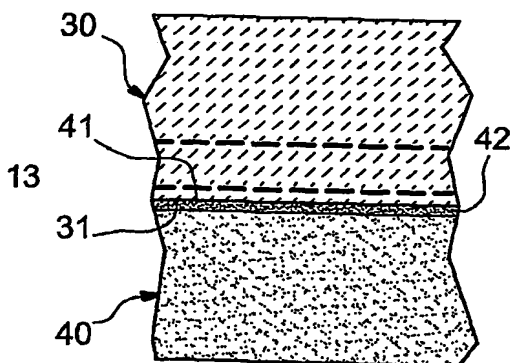
Publiée :

— avec rapport de recherche internationale

[Suite sur la page suivante]

(54) Title: METHOD FOR PRODUCTION OF A VERY THIN LAYER WITH THINNING BY MEANS OF INDUCED SELF-SUPPORT

(54) Titre : PROCEDE D'OBTENTION D'UNE COUCHE TRES MINCE PAR AMINCISSEMENT PAR AUTO-PORTAGE PROVOQUE



(57) Abstract: The invention relates to a method for production of a thin layer of a first material on a substrate of a second material, called the final substrate, comprising the following steps: fixing a thin layer of a first material to the final substrate along an interface, implanting gaseous materials in the thin layer of the first material to generate a defining fragile zone, between the fragile zone and the interface of said thin layer, depositing a third layer on the thin layer of a first material, called the self-support layer and fracturing, within the structure comprising the final substrate, the thin layer of first material and the layer of third material at the fragile zone to provide the substrate supporting the thin layer.

(57) Abrégé : L'invention concerne un procédé d'obtention d'une couche mince en un premier matériau sur un substrat en un deuxième matériau dit substrat final, comprenant les étapes suivantes - fixation d'une couche épaisse de premier matériau sur le substrat final selon une interface, - implantation d'espèces gazeuses dans la couche épaisse de premier matériau pour créer une zone fragilisée délimitant, entre l'interface et la zone d'auto-portage, - fracture au sein de la structure constituée par le substrat final, la couche épaisse de premier matériau et la couche de troisième matériau, au niveau de la zone fragilisée pour fournir le substrat supportant ladite couche mince.



— avant l'expiration du délai prévu pour la modification des revendications, sera republiée si des modifications sont reçues

En ce qui concerne les codes à deux lettres et autres abréviations, se référer aux "Notes explicatives relatives aux codes et abréviations" figurant au début de chaque numéro ordinaire de la Gazette du PCT.

**PROCEDE D'OBTENTION D'UNE COUCHE TRES MINCE PAR  
AMINCISSEMENT PAR AUTO-PORTAGE PROVOQUE**

**DESCRIPTION**

**5    DOMAINE TECHNIQUE**

La présente invention concerne un procédé d'obtention d'une couche mince sur un substrat, permettant notamment l'obtention d'une couche très fine, typiquement inférieure à 0,1  $\mu\text{m}$ .

10            Elle s'applique en particulier à la réalisation d'une structure de type SOI.

**ETAT DE LA TECHNIQUE ANTERIEURE**

Le document FR-A-2 681 472 (correspondant au brevet américain N° 5 374 564) divulgue un procédé d'obtention d'une couche mince de silicium sur un support pour fournir un substrat de type SOI. Le procédé comprend une première étape consistant à implanter un substrat de silicium ou substrat initial par des ions, par exemple des ions hydrogène, pour obtenir une zone fragilisée délimitant, par rapport à la face d'implantation du substrat, une couche mince de silicium. Au cours d'une deuxième étape, un raidisseur ou substrat final est fixé sur la face implantée du substrat initial. La troisième étape consiste à réaliser une séparation de la structure empilée obtenue, au niveau de la zone fragilisée. La séparation procure une couche mince de silicium transférée sur un support, le reste du substrat initial étant réutilisable. Ce procédé est notamment connu sous le nom de Smart Cut®.

15  
20  
25  
30

Ce procédé permet de réaliser une structure empilée par collage, par exemple par collage moléculaire, supportant une couche mince monocristalline ou polycristalline. Il donne de très bons résultats pour obtenir des transferts de couches minces jusqu'à des épaisseurs aussi fines que 0,1  $\mu\text{m}$ . Cependant, l'obtention de couches minces très fines (typiquement d'épaisseur inférieure à 0,1  $\mu\text{m}$ ) peut poser des problèmes dus à l'apparition de défauts, par exemple des cloques, à partir de l'interface de collage.

Une solution pour obtenir des couches minces très fines est d'obtenir d'abord une couche mince plus épaisse puis de retirer le surplus de matériau jusqu'à obtenir l'épaisseur voulue. Cependant, un retrait trop important par les techniques classiques (polissage mécano-chimique ou CMP, traitement thermique, attaque chimique, gravure ionique,...) dégrade l'homogénéité en épaisseur de la couche mince. Cette dégradation est d'autant plus marquée que l'épaisseur à retirer est importante. La qualité, mesurée en termes d'homogénéité en épaisseur de la couche transférée, est donc dégradée par rapport à celle qui peut être obtenue par le procédé Smart Cut®

Un autre problème existe lorsque les matériaux constituant les couches à amincir ont des propriétés qui rendent difficile l'amincissement CMP. C'est le cas par exemple de matériaux trop durs tels que le saphir, le SiC, le diamant. C'est aussi le cas de structures où le collage utilisé pour l'empilement ne permet pas d'utiliser de telles techniques. Par

exemple, lorsque l'énergie de collage est trop faible, le CMP ou des gravures chimiques humides ne sont pas utilisables.

La voie de l'exfoliation pure, générée par exemple par implantation et par traitement thermique à haute température et sans raidisseur (approche que l'on retrouve dans le brevet américain N° 6 103 599) risque de laisser une rugosité trop forte pour être récupérable par CMP, recuit hydrogène ou tout autre traitement de surface connu. Ainsi, le phénomène de cloques éclatées (exfoliation) peut laisser en surface des morphologies très difficiles à enlever. On peut assimiler ces cloques éclatées à des successions de marches à des fréquences faibles (largeurs typiques de l'ordre de dizaines de  $\mu\text{m}$ ).

#### EXPOSÉ DE L'INVENTION

Pour remédier à ce problème, il est proposé un procédé dans lequel on transfère, sur le support désiré, une couche relativement épaisse de matériau à transférer, puis on l'amincit par implantation et fracture assistée par la présence d'une couche supplémentaire fixée sur cette couche épaisse. On obtient ainsi une couche très mince de bonne qualité sur ledit support.

L'invention a donc pour objet un procédé d'obtention d'une couche mince en un premier matériau sur un substrat en un deuxième matériau dit substrat final, comprenant les étapes suivantes :

- fixation d'une couche épaisse de premier matériau par l'une de ses faces principales sur le substrat final selon une interface,

- implantation d'espèces gazeuses dans la couche épaisse de premier matériau pour créer une zone fragilisée délimitant, entre l'interface et la zone fragilisée, ladite couche mince,

5                   - dépôt sur la face libre de la couche épaisse de premier matériau d'une couche d'un troisième matériau dite couche d'auto-portage,

10                   - fracture au sein de la structure constituée par le substrat final, la couche épaisse de premier matériau et la couche de troisième matériau, au niveau de la zone fragilisée pour fournir le substrat supportant ladite couche mince.

On obtient ainsi une couche très mince par rapport aux ordres de grandeur des couches transférées  
15 classiquement par le procédé Smart Cut® et ce sans problème de bulles au niveau de l'interface et avec une bonne homogénéité d'épaisseur.

L'implantation d'espèces gazeuses dans la couche épaisse de premier matériau peut être réalisé  
20 par une ou plusieurs implantations d'espèces gazeuses, identiques ou différentes, choisies parmi des espèces telles que, par exemple, l'hydrogène ou l'hélium.

La couche épaisse de premier matériau peut être composée d'un ou de plusieurs matériaux. Elle peut  
25 être une couche délimitée dans un substrat initial au cours d'une étape d'implantation d'espèces gazeuses permettant de créer une zone fragilisée dans le substrat initial, une étape de fracture entre la couche épaisse du premier matériau et le reste du substrat  
30 initial étant effectuée après l'étape de fixation de la

couche épaisse de premier matériau sur le substrat final.

L'implantation d'espèces gazeuses dans le substrat initial peut être une implantation d'ions  
5 hydrogène.

Selon un premier mode de réalisation, l'étape d'implantation d'espèces gazeuses dans la couche épaisse de premier matériau est effectuée après la fracture entre la couche épaisse de premier matériau  
10 et le reste du substrat initial.

Selon un deuxième mode de réalisation, l'étape d'implantation d'espèces gazeuses dans la couche épaisse de premier matériau est effectuée avant l'étape de fixation de la couche épaisse de premier  
15 matériau sur le substrat final. D'une façon générale, les implantations sont réalisées de telle sorte que la première fracture (dans le substrat initial) ne gêne pas la deuxième fracture (au sein de la couche épaisse). Par exemple, si les étapes de fracture sont  
20 réalisées par traitement thermique, les étapes d'implantation d'espèces gazeuses sont effectuées dans des conditions telles que la fracture entre la couche épaisse de premier matériau et le reste du substrat initial est obtenue à une température inférieure à la  
25 température de fracture de ladite structure.

Avantageusement, la fixation de la couche d'auto-portage sur la couche épaisse de premier matériau est réalisée par un dépôt dudit troisième matériau sur la couche épaisse de premier matériau.

La fixation de la couche épaisse de premier matériau sur le substrat final peut être obtenue par un collage par adhésion moléculaire.

5 Selon une variante de mise en œuvre, une partie de la couche d'auto-portage étant déposée, l'implantation d'espèces gazeuses dans la couche épaisse de premier matériau est réalisée après ce dépôt effectué en partie.

#### **BREVE DESCRIPTION DES DESSINS**

10 L'invention sera mieux comprise et d'autres avantages et particularités apparaîtront à la lecture de la description qui va suivre, donnée à titre d'exemple non limitatif, accompagnée des dessins annexés parmi lesquels :

- 15 - les figures 1A à 1F sont des vues en coupe transversale illustrant un premier mode de mise en œuvre du procédé selon l'invention,
- les figures 2A à 2F sont des vues en coupe transversale illustrant un deuxième mode de mise
- 20 en œuvre du procédé selon l'invention,
- la figure 3 est un diagramme explicatif.

#### **EXPOSÉ DÉTAILLÉ DE MODES DE RÉALISATION PARTICULIERS**

Les figures 1A à 1F illustrent un premier mode de mise en œuvre du procédé selon l'invention pour

25 l'obtention d'une couche mince de silicium sur un support. Bien entendu, la technique décrite peut être appliquée à d'autres matériaux que le silicium comme par exemple le SiC, le germanium, les matériaux III-V et IV-IV, les nitrures (comme GaN), ou encore d'autres



matériaux cristallins, ces matériaux étant pris seuls ou en combinaison.

La figure 1A montre un substrat initial en silicium 10, comportant en surface une couche d'oxyde 19 d'environ 0,05  $\mu\text{m}$  typiquement, dont l'une des faces principales, la face oxydée 11, est soumise à un bombardement ionique uniforme afin de créer une zone fragilisée 12 à une distance déterminée de la face 11. L'implantation est réalisée au moyen d'ions hydrogène accélérés avec une énergie élevée (par exemple 210 keV) afin de créer la zone fragilisée 12 assez profondément par rapport à la face bombardée 11. On délimite ainsi, entre la face 11 et la zone fragilisée 12, une couche 13 d'épaisseur voisine de 1,9  $\mu\text{m}$ , le reste du substrat initial portant la référence 14. La couche 13 peut être appelée couche épaisse. La dose d'ions implantés est choisie conformément au procédé Smart Cut® pour obtenir par la suite une fracture, au niveau de la zone fragilisée, par exemple par un traitement thermique. Le traitement thermique peut être assisté ou remplacé par un traitement mécanique. Par simplification, on parlera par la suite globalement d'un traitement thermique.

La figure 1B montre la fixation de la face 11 du substrat initial 10 sur une face 21 du substrat final 20. La fixation est par exemple obtenue par collage par adhésion moléculaire.

La structure obtenue est alors soumise à un traitement thermique à une température d'environ 480°C. Ce traitement thermique provoque une fracture de la structure au niveau de la zone fragilisée. Après enlèvement du reste 14 du substrat initial on obtient

la structure empilée montrée à la figure 1C et comprenant le substrat final 20 auquel adhère la couche épaisse 13 de 1,9  $\mu\text{m}$  d'épaisseur. La couche épaisse 13 présente une face libre 15.

5                   La structure peut en outre être soumise à un traitement thermique pour renforcer son interface de collage. Par exemple, un tel traitement sera effectué à environ 1100°C pendant environ 2 heures.

10                   La face 15 peut être soumise à un traitement de surface (par CMP, recuit hydrogène,...) afin de supprimer la rugosité qu'elle pourrait présenter. Par exemple, une réduction d'épaisseur par CMP de l'ordre de 50 nm permet de conserver une bonne homogénéité d'épaisseur de la couche épaisse.

15                   Une variante peut consister à déposer ou générer thermiquement une fine couche d'oxyde, par exemple de l'ordre de 0,2  $\mu\text{m}$ .

20                   Une seconde implantation ionique est alors effectuée, par exemple par des ions hydrogène. C'est ce que monte la figure 1D. L'énergie d'implantation mise en œuvre est par exemple de 185 keV et la dose d'ions est choisie pour obtenir par la suite une fracture, au niveau de la zone fragilisée 16 ainsi obtenue, par exemple par un traitement thermique. La zone fragilisée 25 16 est située à une profondeur d'environ 1,5  $\mu\text{m}$  par rapport à la face 15. Elle sépare la couche épaisse 13 en deux sous-couches 17 et 18, la sous-couche 17 constituant la couche mince désirée.

30                   On réalise ensuite sur la face 15 un dépôt d'une couche 1 dite couche d'auto-portage, comme le montre la figure 1E. Il peut s'agir d'une couche

d'oxyde de silicium, d'une épaisseur de 4µm, déposée par PECVD.

Dans le cas où l'on a déposé ou généré, avant la seconde implantation, une fine couche d'oxyde, on vient ici compléter cette couche.

Un traitement thermique peut alors être effectué pour obtenir la fracture, par exemple un recuit isotherme à 600°C. C'est ce que montre la figure 1F. La structure est séparée en une première partie constituée d'un bicouche auto-porté, comprenant la couche d'auto-portage 1 et la sous-couche 18, et une deuxième partie comprenant le substrat final 20 auquel adhère la couche mince 17 par l'intermédiaire de la couche d'oxyde 19. Le bicouche est éventuellement réutilisable.

Le substrat final 20 et la couche mince 17 peuvent alors subir une étape de nettoyage, des étapes d'amincissement de la couche mince et de stabilisation classiques illustrées par exemple dans le document FR-A-2 777 115, dans l'ordre et la combinaison optimale actuelle. La couche mince de silicium peut alors avoir une épaisseur voisine de 100 nm.

Le substrat final utilisé peut être de nature variée. Il peut être en matériau semiconducteur, en matériau isolant ou constitué d'un empilement (par exemple un substrat de silicium recouvert d'une couche d'oxyde de silicium).

Les figures 2A à 2F illustrent un deuxième mode de mise en œuvre du procédé selon l'invention pour l'obtention d'une couche mince de silicium sur un support.

La figure 2A montre un substrat initial 30 en silicium dont l'une des faces principales, la face 31, est soumise à un bombardement ionique uniforme afin de créer une zone fragilisée 32 à une distance déterminée de la face 31. Cette face pourrait être pourvue également d'une couche d'oxyde, par exemple de quelques nanomètres d'épaisseur. Comme pour le premier mode de mise en œuvre de l'invention, l'implantation peut être réalisée par des ions hydrogène d'une énergie de 210 keV. L'implantation délimite entre la face 31 et la zone fragilisée 32, une couche épaisse 33 d'épaisseur voisine de 1,9  $\mu\text{m}$ . Le reste du substrat initial porte la référence 34.

L'étape suivante, représentée à la figure 2B, consiste à réaliser une deuxième implantation ionique au travers de la face 31. Cette deuxième implantation est moins profonde que la première et moins dosée. L'énergie d'implantation peut être de l'ordre de 50 keV. Elle permet de créer une zone fragilisée 36 à l'intérieur de la couche épaisse 33. La zone fragilisée 36 délimite, par rapport à la face 31, une couche mince 37. Le reste de la couche épaisse 33, ou sous-couche, porte la référence 38.

La figure 2C montre la fixation de la face 31 du substrat initial 30 sur une face 41 du substrat final 40 comportant en surface une couche d'oxyde 42 de 0,05  $\mu\text{m}$  d'épaisseur typiquement. La fixation peut être obtenue par adhésion moléculaire.

La structure obtenue est alors soumise par exemple à un traitement thermique à une température relativement basse, par exemple 430°C, pour obtenir une

fracture au niveau de la première zone fragilisée, c'est-à-dire la zone 32. Les conditions d'implantation des deux zones fragilisées ont été prévues pour ne pas générer de fracture, voire d'exfoliation, dans la

5 deuxième zone fragilisée. L'avantage d'avoir réalisé la deuxième implantation avant le transfert de la couche épaisse est que, de ce fait, cette deuxième implantation est moins profonde et réalisée à travers une surface normalement de bonne qualité (meilleure que

10 celle d'une face obtenue par fracture). Ceci permet donc d'obtenir une zone fragilisée plus faible et donc une rugosité après fracture finale également plus faible. La structure obtenue est représentée à la figure 2D.

15 A ce stade du procédé, l'étape de traitement de surface peut être supprimée dans la mesure où on peut faire le dépôt de la couche d'auto-portage directement. Toutefois, un traitement de surface minimum peut être effectué pour supprimer tout

20 ou partie de la rugosité. Il peut s'agir d'un CMP, d'un recuit par exemple sous hydrogène ou tout autre atmosphère compatible connue de l'homme du métier, d'une attaque chimique humide ou d'une gravure ionique. Le traitement de surface permet un retrait de quelques

25 nm à quelques dizaines de nm, conservant ainsi une bonne homogénéité en épaisseur. Ce traitement de surface minimum permet, dans le cas d'une couche d'auto-portage en  $\text{SiO}_2$ , d'avoir une interface Si-  $\text{SiO}_2$  enterrée peu rugueuse.

30 On réalise ensuite sur la couche épaisse 33 un dépôt d'une couche 2 dite couche d'auto-portage

comme le montre la figure 2E. Comme précédemment, il peut s'agir d'une couche d'oxyde de silicium, d'une épaisseur de 4  $\mu\text{m}$ , déposée par PECVD.

Un traitement thermique peut alors être  
5 effectué pour obtenir la fracture, par exemple un recuit isotherme à 600°C. C'est ce que montre la figure 2F. La structure est séparée en une première partie constituée d'un bicouche auto-porté, comprenant la couche d'auto-portage 2 et la sous-couche 38, et une  
10 deuxième partie comprenant le substrat final 40 auquel adhère la couche mince 37 par l'intermédiaire de la couche d'oxyde 42. Le bicouche est éventuellement réutilisable.

Comme précédemment des étapes de nettoyage  
15 et de finition peuvent être effectuées sur la structure empilée obtenue.

Ces deux modes de réalisation laissent  
suggérer que certaines étapes peuvent être combinées et/ou interverties. Par exemple, on peut déposer tout  
20 ou partie de la couche d'auto-portage et effectuer la deuxième implantation après ce dépôt. Dans ce cas, l'énergie d'implantation est corrigée pour en tenir compte.

La couche auto-portée peut être en oxyde de  
25 silicium ou en d'autres matériaux, comme par exemple  $\text{Si}_3\text{N}_4$ ,  $\text{SiO}_x$ ,  $\text{Si}_x\text{N}_y$ ,  $\text{Si}_x\text{N}_y\text{O}_z$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiC}$ , le saphir, le diamant, etc....

L'épaisseur de la couche auto-portée peut  
être prévue à partir d'expérimentations. Dans le cas  
30 d'une couche auto-portée en  $\text{SiO}_2$  déposée sur une couche épaisse en silicium, l'expérimentation suivante a été

réalisée pour évaluer l'effet de l'épaisseur d'oxyde déposé sur la température de recuit, épaisseur nécessaire pour obtenir la fracture de la couche de silicium auto-portée. Les conditions d'implantation  
5 étaient les suivantes : énergie d'implantation 76 keV, dose d'implantation  $6.10^{16}$  ions  $H^+/cm^2$  au travers d'un film de protection en  $SiO_2$  de 400 nm d'épaisseur.

La figure 3 est un diagramme dont l'axe des ordonnées représente l'épaisseur  $e$  du dépôt de  $SiO_2$  et  
10 l'axe des abscisses la température  $T$  de recuit. La courbe représentée sur ce diagramme délimite la zone où on obtient un transfert de la couche de silicium auto-portée (la zone située au-dessus de la courbe) de la zone où il se produit un « cloquage » de la couche de  
15 silicium (la zone située en-dessous de la courbe).

De ce diagramme, on peut conclure que la température de séparation (ou de fracture) avec transfert d'un bicouche auto-porté dépend effectivement de l'épaisseur d'oxyde déposé. La température est  
20 d'autant plus élevée que l'épaisseur d'oxyde est fine. En fait, il faut ajouter à cette épaisseur d'oxyde, l'épaisseur de la couche de silicium fracturée. On peut donc en particulier en déduire l'épaisseur minimum de couche d'oxyde nécessaire pour que la fracture soit  
25 induite à une certaine température. Il apparaît donc que pour 4  $\mu m$  d'oxyde déposé, l'épaisseur « seuil » de fracture à 600°C est dépassée.

Il est donc possible de contrôler la procédure d'amincissement par le contrôle de  
30 l'épaisseur de la couche d'auto-portage déposée, évitant ainsi les phénomènes de « cloquage » et

d'exfoliation induits pour une épaisseur de couche déposée inférieure à l'épaisseur « seuil ».



**REVENDEICATIONS**

1. Procédé d'obtention d'une couche mince en un premier matériau (17, 37) sur un substrat en un deuxième matériau dit substrat final (20, 40),  
5 comprenant les étapes suivantes :

- fixation d'une couche épaisse de premier matériau (13, 33) par l'une de ses faces principales sur le substrat final (20, 40) selon une interface,
- implantation d'espèces gazeuses dans la  
10 couche épaisse de premier matériau (13, 33) pour créer une zone fragilisée (16, 36) délimitant, entre l'interface et la zone fragilisée, ladite couche mince (17, 37),
- dépôt sur la face libre (15) de la couche  
15 épaisse de premier matériau (13, 33) d'une couche d'un troisième matériau dite couche d'auto-portage (1, 2),
- fracture au sein de la structure constituée par le substrat final (20, 40), la couche épaisse de premier matériau (13, 33) et la couche de  
20 troisième matériau (1, 2), au niveau de la zone fragilisée ( 16, 36) pour fournir le substrat supportant ladite couche mince.

2. Procédé selon la revendication 1,  
25 caractérisé en ce que l'implantation d'espèces gazeuses dans la couche épaisse de premier matériau (13, 33) est réalisée par une ou plusieurs implantations d'espèces gazeuses identiques ou différentes.

3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que lesdites espèces gazeuses sont choisies parmi l'hydrogène et l'hélium.

5 4. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que la couche épaisse de premier matériau (13, 33) est une couche délimitée dans un substrat initial (10, 30) au cours d'une étape d'implantation d'espèces gazeuses permettant de créer  
10 une zone fragilisée (12, 32) dans le substrat initial, une étape de fracture entre la couche épaisse de premier matériau (13, 33) et le reste (14, 34) du substrat initial étant effectuée après l'étape de fixation de la couche épaisse de premier matériau (13, 33) sur le substrat final (20, 40).

5. Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce que l'implantation d'espèces gazeuses dans le substrat initial est une implantation d'ions  
20 hydrogène.

6. Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce que l'étape d'implantation d'espèces gazeuses dans la couche épaisse de premier matériau  
25 (13) est effectuée après la fracture entre la couche épaisse de premier matériau et le reste (14) du substrat initial.

7. Procédé selon la revendication 4, caractérisé en ce que l'étape d'implantation d'espèces gazeuses dans la couche épaisse de premier matériau  
30

(33) est effectuée avant l'étape de fixation de la couche épaisse de premier matériau sur le substrat final (40).

5                    8. Procédé selon la revendication 7, caractérisé en ce que les étapes de fracture étant réalisées par un traitement thermique, les étapes d'implantation d'espèces gazeuses sont effectuées dans des conditions telles que la fracture entre la couche  
10 épaisse de premier matériau (33) et le reste (34) du substrat initial (30) est obtenue à une température inférieure à la température de fracture de ladite structure.

15                    9. Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce que la fixation de la couche épaisse de premier matériau (13, 33) sur le substrat final (20, 40) est obtenue par un collage par adhésion moléculaire.

20                    10. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que, une partie de la couche d'auto-portage (1) étant déposée, l'implantation d'espèces gazeuses dans la couche épaisse de premier matériau  
25 (13) est réalisée après ce dépôt effectué en partie.

1 / 3

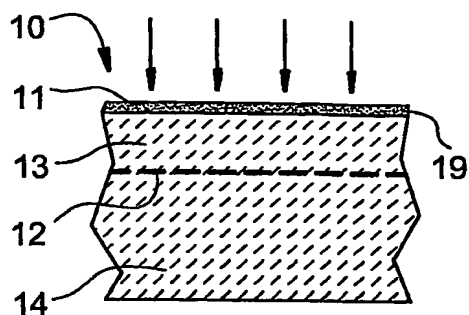


FIG. 1A

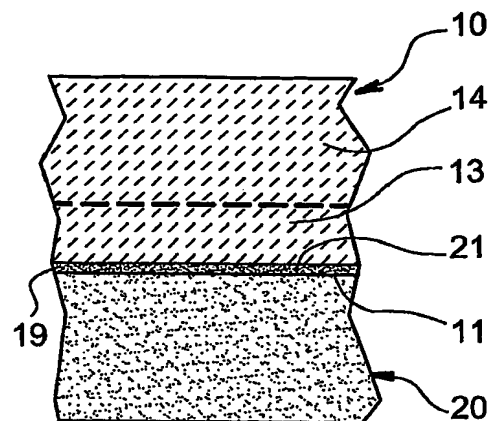


FIG. 1B

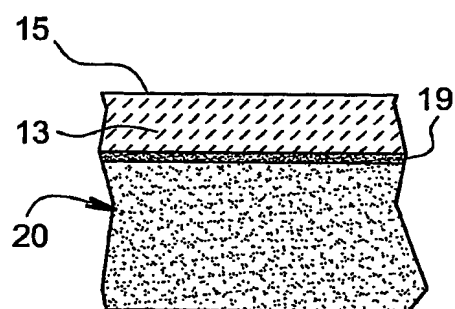


FIG. 1C

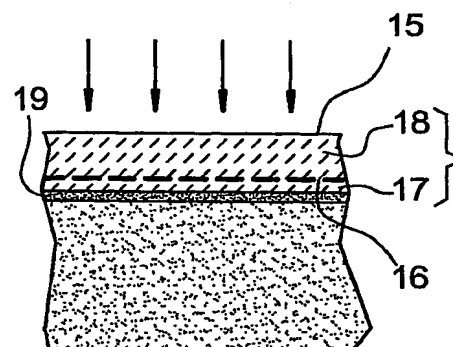


FIG. 1D

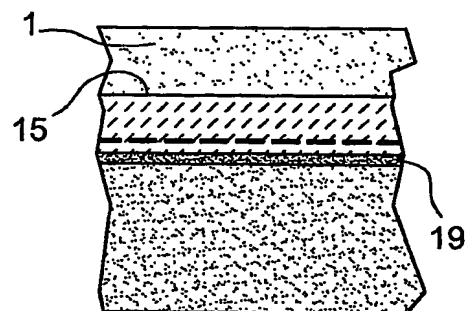


FIG. 1E

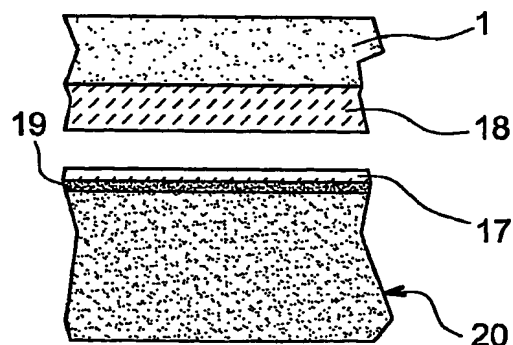


FIG. 1F

2 / 3

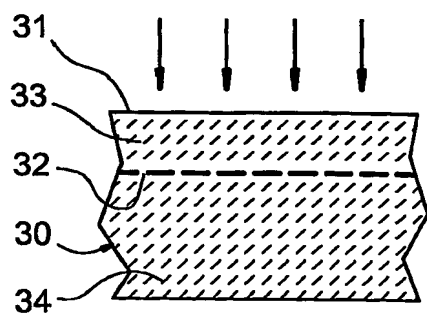


FIG. 2A

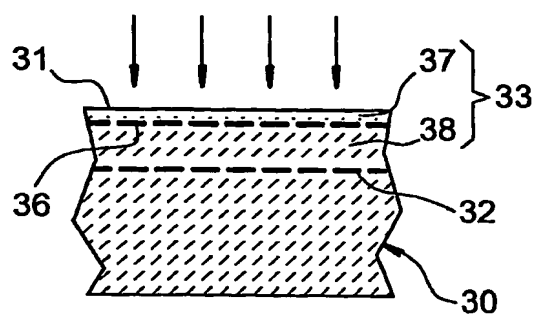


FIG. 2B

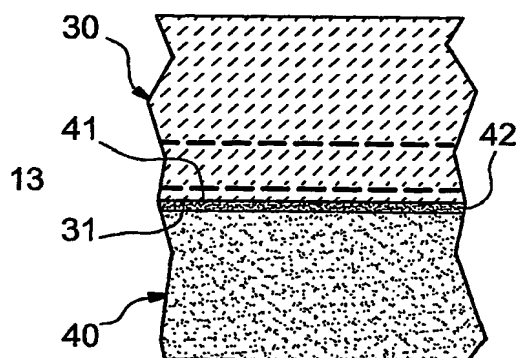


FIG. 2C

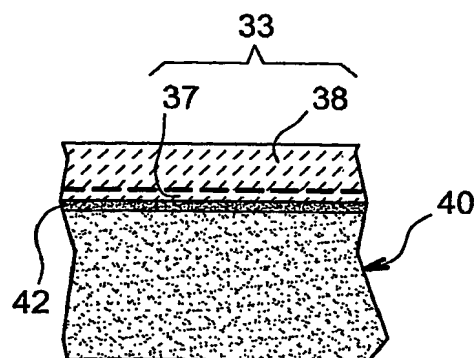


FIG. 2D

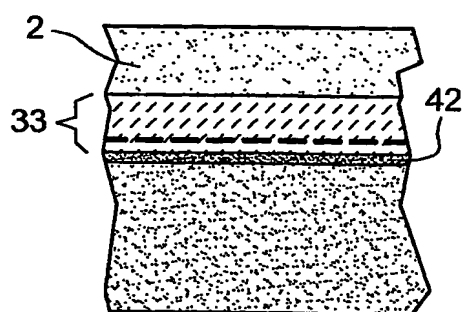


FIG. 2E

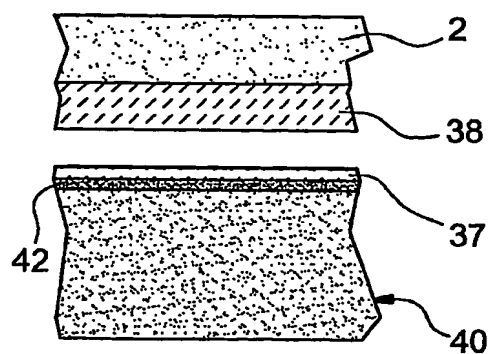


FIG. 2F

3 / 3

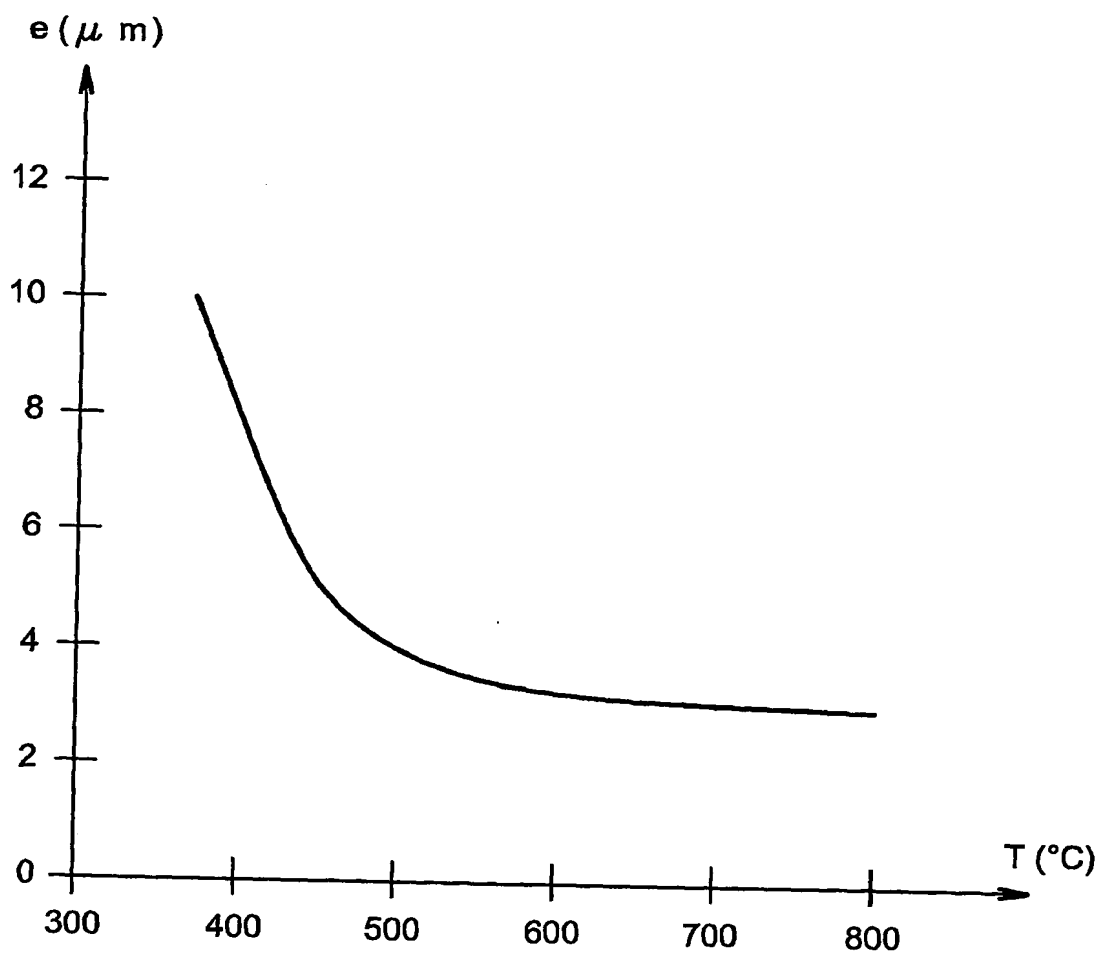


FIG. 3

International Application No  
PCT/FR2004/050212A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 7 H01L21/762 H01L21/20

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
IPC 7 H01L

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)  
EPO-Internal, INSPEC, PAJ, WPI Data

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 6 246 068 B1 (SATO NOBUHIKO ET AL) 12 June 2001 (2001-06-12) column 20 - column 21; figures 5a-5f	1-3,9,10
Y	-----	4-8
Y	WO 00/48278 A (COMMISSARIAT ENERGIE ATOMIQUE ; HADJI EMMANUEL (FR); PAUTRAT JEAN LOUI) 17 August 2000 (2000-08-17) abstract; figures 1-4	4-8
X	-----	
X	US 6 569 748 B1 (SATO NOBUHIKO ET AL) 27 May 2003 (2003-05-27) column 13, line 14 - column 13, line 30; figures 3a-3d	1-3,9,10
X	-----	
A	US 2002/019118 A1 (CHAN CHUNG) 14 February 2002 (2002-02-14) page 2, paragraph 19 - page 6, paragraph 60; figures 2-9	1-5,7 6,8,9
	-----	
	-/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.☒ Patent family members are listed in annex.

## \* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*&\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

21 October 2004

Date of mailing of the international search report

28/10/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Hedouin, M

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 6 335 258 B1 (ASPAR BERNARD ET AL) 1 January 2002 (2002-01-01) column 4, line 60 - column 6, line 45; figures 1-4  -----	1-3,9



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/FR2004/050212

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 6246068	B1	12-06-2001	JP 3352340 B2 JP 9162090 A US 2003087503 A1 US 2001019153 A1 CA 2187269 A1 CN 1159071 A ,B DE 69631233 D1 EP 0767486 A2 SG 63669 A1 US 5854123 A	03-12-2002 20-06-1997 08-05-2003 06-09-2001 07-04-1997 10-09-1997 05-02-2004 09-04-1997 30-03-1999 29-12-1998
WO 0048278	A	17-08-2000	FR 2789517 A1 EP 1070371 A1 WO 0048278 A1 JP 2002536708 T US 2004175901 A1	11-08-2000 24-01-2001 17-08-2000 29-10-2002 09-09-2004
US 6569748	B1	27-05-2003	AU 744654 B2 AU 5952298 A CA 2233096 A1 CN 1206221 A ,C EP 0867921 A2 JP 10326883 A KR 265539 B1 SG 63832 A1 TW 447127 B US 6221738 B1	28-02-2002 01-10-1998 26-09-1998 27-01-1999 30-09-1998 08-12-1998 15-09-2000 30-03-1999 21-07-2001 24-04-2001
US 2002019118	A1	14-02-2002	US 6274459 B1	14-08-2001
US 6335258	B1	01-01-2002	FR 2755537 A1 EP 0950257 A2 WO 9820543 A2 JP 2001503568 T KR 2000052885 A	07-05-1998 20-10-1999 14-05-1998 13-03-2001 25-08-2000

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande Internationale No

PCT/FR2004/050212

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE  
CIB 7 H01L21/762 H01L21/20

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)  
CIB 7 H01L

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si réalisable, termes de recherche utilisés)  
EPO-Internal, INSPEC, PAJ, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	US 6 246 068 B1 (SATO NOBUHIKO ET AL) 12 juin 2001 (2001-06-12) colonne 20 - colonne 21; figures 5a-5f	1-3,9,10
Y	-----	4-8
Y	WO 00/48278 A (COMMISSARIAT ENERGIE ATOMIQUE ; HADJI EMMANUEL (FR); PAUTRAT JEAN LOUI) 17 août 2000 (2000-08-17) abrégé; figures 1-4	4-8
X	US 6 569 748 B1 (SATO NOBUHIKO ET AL) 27 mai 2003 (2003-05-27) colonne 13, ligne 14 - colonne 13, ligne 30; figures 3a-3d	1-3,9,10
X	US 2002/019118 A1 (CHAN CHUNG) 14 février 2002 (2002-02-14) page 2, alinéa 19 - page 6, alinéa 60; figures 2-9	1-5,7
A	-----	6,8,9
	-/--	

☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

\* Catégories spéciales de documents cités:

- \*A\* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- \*E\* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- \*L\* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- \*O\* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- \*P\* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- \*T\* document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
- \*X\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
- \*Y\* document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
- \*Z\* document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

21 octobre 2004

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

28/10/2004

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale  
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Hedouin, M

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande Internationale No  
PCT/FR2004/050212

## C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie *	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	<p>US 6 335 258 B1 (ASPAR BERNARD ET AL)  1 janvier 2002 (2002-01-01)  colonne 4, ligne 60 - colonne 6, ligne 45;  figures 1-4</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	1-3,9

# RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande Internationale No  
PCT/FR2004/050212

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 6246068	B1	12-06-2001	JP 3352340 B2	03-12-2002
			JP 9162090 A	20-06-1997
			US 2003087503 A1	08-05-2003
			US 2001019153 A1	06-09-2001
			CA 2187269 A1	07-04-1997
			CN 1159071 A , B	10-09-1997
			DE 69631233 D1	05-02-2004
			EP 0767486 A2	09-04-1997
			SG 63669 A1	30-03-1999
			US 5854123 A	29-12-1998
WO 0048278	A	17-08-2000	FR 2789517 A1	11-08-2000
			EP 1070371 A1	24-01-2001
			WO 0048278 A1	17-08-2000
			JP 2002536708 T	29-10-2002
			US 2004175901 A1	09-09-2004
US 6569748	B1	27-05-2003	AU 744654 B2	28-02-2002
			AU 5952298 A	01-10-1998
			CA 2233096 A1	26-09-1998
			CN 1206221 A , C	27-01-1999
			EP 0867921 A2	30-09-1998
			JP 10326883 A	08-12-1998
			KR 265539 B1	15-09-2000
			SG 63832 A1	30-03-1999
			TW 447127 B	21-07-2001
			US 6221738 B1	24-04-2001
US 2002019118	A1	14-02-2002	US 6274459 B1	14-08-2001
US 6335258	B1	01-01-2002	FR 2755537 A1	07-05-1998
			EP 0950257 A2	20-10-1999
			WO 9820543 A2	14-05-1998
			JP 2001503568 T	13-03-2001
			KR 2000052885 A	25-08-2000